



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO  
HOSPITAL GENERAL DE MÉXICO O.D.

**“CAMBIOS EN LA CARA ANTERIOR Y  
POSTERIOR DE LA CORNEA Y EN LA  
PAQUIMETRIA DE PACIENTES OPERADOS  
CON ANILLOS DE FERRARA”**

TESIS DE  
POSTGRADO

QUE PARA OBTENER EL TITULO EN LA  
ESPECIALIDAD DE OFTALMOLOGÍA

P R E S E N T A:

DRA. GABRIELA BUSTAMANTE DOMÍNGUEZ

TUTOR: DR. FRANCISCO SEGURA LOZANO  
Médico Adscrito del Hospital General de México



SEPTIEMBRE, 2007



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **TABLA DE CONTENIDOS**

I – INTRODUCCION .....	3
II – ANTECEDENTES .....	22
III - PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	25
IV - JUSTIFICACIÓN.....	25
V- HIPOTESIS.....	26
VI - OBJETIVOS.....	26
VII- MATERIAL Y MÉTODOS .....	26
VIII- RESULTADOS .....	29
IX – DISCUSIÓN .....	40
XI- CONCLUSIÓN.....	45
XII – BIBLIOGRAFÍA .....	47

## **I – INTRODUCCION**

Queratocono proviene del griego: Keratos (κέρατος) que significa "cuerno", "córnea"; y Konos (κῶνος) que es "cono", por lo que literalmente significa córnea cónica.

El queratocono es un desorden degenerativo, no inflamatorio del ojo humano que interfiere en grado variable con la visión, debido a que la córnea adopta una forma cónica irregular. Es la ectasia corneal mas frecuente, seguida de la Degeneración marginal Pelucida y el Queratoglobos.

La progresión del queratocono es generalmente lenta y puede detenerse en cualquiera de las fases: desde leve hasta severo. Si el queratocono progresa, la cornea se protruye y adelgaza tornándose irregular y algunas veces formando cicatrices.

### **EPIDEMIOLOGÍA**

La prevalencia real de queratocono no es conocida. No es una de las afecciones más comunes del ojo pero tampoco es de ninguna manera una enfermedad rara. Se estima que ocurre en uno de cada dos mil personas en los EEUU según The National Eye Institute, aunque hay reportes de hasta 1 caso en 500 personas. Kennedy y otros autores estadounidenses han planteado que la incidencia de esta enfermedad es de 2 por cada 100 000 habitantes (1) mientras que Sharif (2) de Inglaterra observó que era de 1 por 20 000 habitantes. Esta inconsistencia puede ser debida a la gran variedad que hay en los criterios diagnósticos, permitiendo que se confunda un astigmatismo alto con queratocono y viceversa.

Generalmente la enfermedad se presenta en gente joven hacia la pubertad. Se encuentra en todas partes del mundo sin seguir ningún patrón geográfico, de género, cultural o social conocido.

#### ETIOPATOGENIA

Las causas de esta afección todavía se desconocen. Se han realizado múltiples estudios y se han formulado gran cantidad de teorías.

Una propuesta plantea que el queratocono depende de un defecto en el desarrollo y es de origen genético (alrededor de 7% - 10% de los pacientes tienen familiares con queratocono). Esto sugiere que es la consecuencia de una anomalía en el crecimiento, esencialmente un defecto congénito. Aunque aun no se han identificado los genes responsables, se sugieren que puede ubicarse en los locus 16q y 20q con carácter autonómico dominante, con penetrancia completa, pero de manifestación clínica altamente variable, ya que frecuentemente la topografía corneal de algunos familiares del paciente con queratocono muestra signos de queratocono subclínico. (3,5)

Otra de las causas que se atribuyen al desarrollo del Queratocono es un excesivo frotamiento continuo en los ojos, secundario a alguna enfermedad de tipo alérgico, como por ejemplo conjuntivitis primaveral.

También se habla de que el queratocono es una condición degenerativa o secundaria a otras enfermedades. Algunos estudios han sugerido que en el queratocono hay una actividad aumentada de proteasas, que son enzimas que rompen las uniones de colágena en el estroma corneal con una reducción simultánea de la expresión de los inhibidores de las proteasas. Otros estudios reportan una reducción en

la actividad de la enzima aldehidodeshidrogenasa, lo cual provoca una acumulación de radicales libres en la córnea.

Dentro del proceso patogénico, cualquiera que sea, se produce un daño corneal que se traduce en una disminución del grosor corneal, esto conlleva a una disminución de su rigidez y por lo tanto una mayor susceptibilidad para que la córnea sea más deformada y con ello disminuir más su espesor, generando un círculo vicioso que culmina con una disminución importante tanto del espesor corneal, como del radio de curvatura de la córnea y consecuente miopía y astigmatismo elevados.

Una teoría menos aceptada sugiere que puede ser de origen endocrino.

El queratocono se manifiesta con mayor frecuencia en las siguientes enfermedades:

Trastornos sistémicos como el Síndrome de Down, el Síndrome de Turner, el Síndrome de Ehlers-Danlos, el Síndrome de Marfan, la atopia, la osteogénesis imperfecta, y el prolapso de la válvula mitral.

Entre las asociaciones oculares se incluyen la conjuntivitis vernal, la amaurosis congénita de Leber, la retinitis pigmentaria, la esclera azul, la aniridia y la ectopia lentis.

A nivel histopatológico, el queratocono muestra:

- Fragmentación de la capa de Bowman
- Adelgazamiento del estroma y del epitelio subyacente
- Pliegues o rupturas en la membrana de Descemet
- Cicatrización difusa de grado variable

Histológicamente se han documentado cambios en la estructura y organización del colágeno y de la matriz extracelular así como apoptosis y necrosis de los queratocitos, afectando principalmente al estroma anterior central y a la membrana de Bowman . Quizás, la lesión histológica más característica sea la alteración de la membrana de Bowman; a ello, puede unirse una hiperplasia epitelial con pérdida de la estructura normal de las fibras de colágeno del estroma así como alteraciones en la membrana de Descemet en el caso de que esta patología se asocie a enfermedad sistémica (por ejemplo, a dermatitis atópica). Además, con tinción con ferritina puede observarse en algunos casos depósitos de hierro en la capa basal del epitelio: este hallazgo es la traducción histopatológica del anillo de Fleischer que se observa a veces en la lámpara de hendidura.

## HISTORIA

En 1748, un oftalmólogo alemán llamado Burchard Mauchart dió una descripción de un caso de queratocono, al que denominó staphyloma diaphanum.



Sin embargo, no fue hasta 1854 cuando el médico británico John Nottingham describió con claridad este fenómeno y lo distinguió de otras ectasias de la córnea. Nottingham reportó los casos de "córnea cónica" que había observado (1), y describió varias de las características clásicas de la enfermedad, incluyendo diplopia, debilidad de la córnea, y dificultad para encontrar lentes apropiadas para el paciente.

En 1859 el cirujano británico William Bowman(2) usó un oftalmoscopio para diagnosticar el queratocono. Antes de 1869, cuando el oftalmólogo suizo Johann Horner escribió una tesis sobre el tratamiento del queratocono, el tratamiento era una cauterización química con una solución de nitrato de plata y un uso de un agente miótico.

En 1888 el tratamiento del queratocono se convirtió en un de los primeros usos prácticos del LC recién inventado por el francés Eugene Kalt, el cual preparo una cáscara de cristal que mejoró la visión comprimiendo la córnea haciéndola mas regular. El comienzo del siglo XX ha mejorado la comprensión de la enfermedad, se han ampliado las opciones de tratamiento y el desarrollo de nuevos medios de diagnóstico como la topografía de elevación, han hecho que en los inicios del S. XXI cada vez sea mas fácil diagnosticar las ectasias corneales.

## SÍNTOMAS

El queratocono suele producirse entre los 10 y 20 años de edad, con deterioro de la visión en un ojo causado por la miopía y astigmatismos progresivos. El paciente puede indicar la necesidad de cambios frecuentes en la corrección de sus gafas ya que se trata de una enfermedad progresiva. Es muy raro que aparezca en adultos mayores, si aparece en la infancia indica un grado mayor de severidad y mal pronóstico a largo plazo.

En los primeros estadios, la visión puede estar solo ligeramente afectada, causando deslumbramiento, sensibilidad a la luz e irritación. Visión borrosa y distorsión de las imágenes, son los primeros síntomas



y pueden ser corregidos con anteojos. Puede no distinguirse de un simple error refractivo.

Los casos unilaterales tienden a ser infrecuentes y se ven cuando el otro ojo esta apenas por debajo del umbral de detección clínica. Cada ojo puede estar afectado aunque el grado evolutivo suele ser diferente.

Algunos desarrollan fotofobia, fatiga ocular por desviar la mirada para poder leer, diplopia característicamente monocular (referida como "un fantasma" en los objetos, sobre todo en situaciones con alta diferencia de contraste. Alternativamente, puede suceder que la sensación de dolor sea leve o inexistente.

Cerca de la mitad de los pacientes con queratocono pueden tener depósitos de hierro en el epitelio corneal (anillo de Fleischer); en algunos casos puede no ser tan evidente, siendo mas claramente visible con el filtro de cobalto. 50% tienen también estrías de Vogth, que se ven como finas líneas en la cornea. El signo de Munzon es una depresión del parpado inferior al mirar hacia abajo, hecha por la córnea cónica. Otro signo temprano, el signo de Rizzutti, es el reflejo cónico en la córnea nasal en el iris cuando esta se ilumina desde el lado temporal.(3)

Ocasionalmente es rápidamente progresivo y en estadios avanzados el paciente puede experimentar visión borrosa súbita en un ojo. Esto es llamado "Hydrops agudo" y se debe a la entrada de humor acuoso hacia la cornea adelgazada a través de la membrana de Descemet fracturada. Este hydrops mejora con el tiempo, tomando entre 6 y 8

semanas o incluso meses para desaparecer, pero deja invariablemente un leucoma casi siempre central que con cada recidiva empeora afectando severamente la visión.

## DIAGNÓSTICO

Solo la topografía corneal permite el diagnóstico precoz y diferencial del queratocono, además de proporcionar la información necesaria para el tratamiento del mismo. Este es un instrumento automatizado, no invasivo, que proyecta luz sobre la córnea y digitaliza el patrón lumínico de la córnea y la paquimetría muestra una zona de adelgazamiento paracentral.

En el queratocono muestra un aumento en la curvatura generalmente inferior de la córnea y la paquimetría muestra una zona de adelgazamiento paracentral, esto nos permite estadificarlo y poder llevar un registro de la progresión de la enfermedad.

La topografía de elevación (Orbscan®) es un instrumento que realiza una reconstrucción tridimensional del segmento anterior del ojo a partir de 9000 puntos obtenidos por la proyección de 40 haces de hendidura sobre las superficies anterior y posterior de la córnea, superficie anterior del iris y cristalino. Estos valores son comparados con una esfera de referencia, construyendo mapas de elevación de la cara anterior y posterior de la córnea, así como otros parámetros biométricos de interés (paquimetría, diámetro corneal, profundidad de cámara anterior).

El estudio de los mapas de elevación de la cara posterior de la córnea se ha convertido en la forma más utilizada para determinar la aparición de ectasias subclínicas o iatrogénicas. En este mapa los

colores mas calidos (rojo) representan las partes más elevadas y los colores más fríos (azul) las mas profundas.



## CLASIFICACIÓN

Una vez ya establecido el diagnóstico de queratocono se clasifica en grados según la mayor curvatura queratométrica corneal: (4)

1. leve (<45 D)
2. moderado (45-52 D)
3. severo (> 52D)

De acuerdo a la morfología del cono en: (4)

1. Umbilicado (pequeño: <5mm. Casi central)
2. Oval (más grande: por debajo del centro)
3. Globo (más del 75% de la córnea afectada)

De acuerdo al grosor corneal:

1. Leve (> 506 micras)
2. Avanzado (< 446 micras)

La clasificación de Ferrara- Amsler para Queratocono; incluye otras características clínicas y es:

### Grado I

- Malestar visual
- Capacidad Visual menor o igual 20/30
- Biomicroscopía que muestra una disminución en las fibras nerviosas y en el reflejo endotelial. El anillo de Fleischer puede estar presente.
- Queratometría con mira distorsionada y con medida de 48 D.

### Grado II

- Aumento de la molestia visual, con dolor a la lectura
- Capacidad Visual menor o igual 20/50
- Distorsión de las miras queratométricas una queratometría media de 52 D.
- Biomicroscopía que muestra además de los signos del grado I, alteración en el perfil anterior y posterior de la córnea.

### Grado III

- Capacidad visual menor o igual 20/60
- Estrías de Vogt con un apex corneal muy adelgazado.
- Queratometrías entre 54 y 58 D.

### Grado IV

- Capacidad Visual menor o igual a 20/200
- Córnea con alteraciones significativas, como leucomas centrales o cicatrices por ruptura de las membranas de Bowman y Descemet.

- Queratometrías mayores de 59 D, con una imposible adaptación de un lente de contacto.

## TRATAMIENTO

En el año 1888 se describen las primeras adaptaciones de "lentes" para mejorar la visión en pacientes con queratocono denominándose: "gafas de contacto".

En las fases tempranas del queratocono anteojos comunes pueden corregir la miopía y astigmatismo que se producen. Al avanzar la enfermedad los lentes de contacto rígidos gas permeables son la única forma de corregir la visión adecuadamente, y la mayoría de las veces son un tratamiento permanente. Deben ser adaptados con gran cuidado y la mayoría de pacientes requiere revisiones frecuentes y cambios periódicos en sus lentes de contacto para obtener una buena visión y confort. En algunas instancias el uso de un lente sobre otro provee una alternativa, pero conforme avanza la progresión de la enfermedad el paciente se volverá intolerante al uso del lente de contacto y en casos muy severos acabará en la realización de un trasplante de córnea.

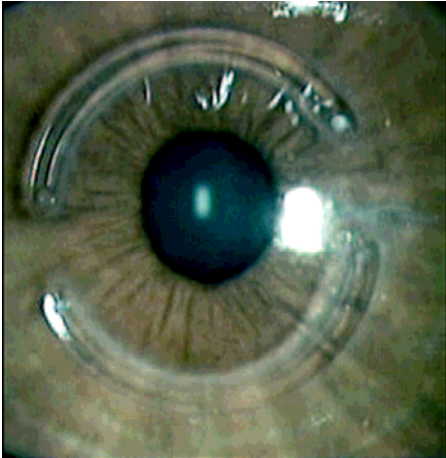
Recientemente se ha comenzado a utilizar la técnica de Cross linking que consiste en la combinación de radiación ultravioleta con sustancias fotosensibilizantes (Riboflavina). Esta técnica pretende aumentar la estabilidad biomecánica corneal con el objetivo de evitar el trasplante corneal.

Cuando la visión se reduce y no mejora con gafas o lentillas es necesario recurrir al trasplante corneal. Esta cirugía presenta una

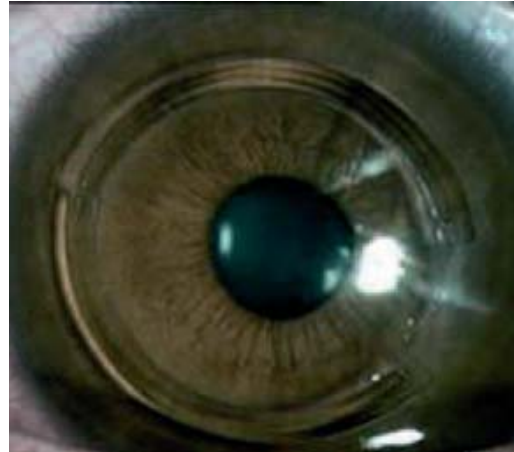
eficacia elevada (95%), pero no está exenta de riesgos, especialmente los que se relacionan con el rechazo inmunológico del injerto donante. En aproximadamente el 10% de los casos de queratocono se requiere un trasplante de cornea. Generalmente la cirugía se propone cuando la visión con los lentes de contacto no es lo suficientemente buena, hay limitación en su trabajo o al manejar o si no se toleran los lentes de contacto. El trasplante corneal por queratocono constituye un cuarto de todos los realizados por cualquier causa.

Actualmente existe una alternativa de tratamiento que es rápido, seguro, indoloro y que se realiza como cirugía ambulatoria. Además de no necesitar donantes, la recuperación es corta y es reversible y reajutable. Los anillos corneales intraestromales (Intacs y Anillos de Ferrara). Con el surgimiento de los mismos se ha logrado una mejoría en la distorsión visual y por ende la capacidad visual que presentan los pacientes con Queratocono, y que el paciente pueda adaptarse mejor a sus lentes de contacto y evitar la progresión de la enfermedad con lo cual se evita el trasplante corneal.

Es una cirugía reversible sin riesgo de rechazo y de rápida recuperación y en el caso de que los implantes tengan que ser retirados se confirma la recuperación de los parámetros próximos a los del preoperatorio. Al día siguiente la visión mejora y se va estabilizando lentamente alrededor del tercer mes. Durante este período es normal que ocurran fluctuaciones de la visión, que por la mañana suele ser de mejor calidad.



FERRARA



INTACTS

Las primeras investigaciones sobre los implantes corneales empezaron en 1950 cuando Barraquer propuso el uso de aquellos implantes para fines refractivos. La primera cita literaria de implante de anillos fue hecha por el mismo Barraquer en 1989. Los resultados reportados fueron satisfactorios, pero frecuentemente la córnea expulsaba la prótesis implantada. En aquella época, se propuso un principio de la cirugía refractiva que posteriormente se le llamaría la ley del engrosamiento de Barraquer. Este principio postula que cuando se agrega tejido a la zona periférica de la córnea o se retira de la zona central, se produce un aplanamiento de la superficie y por lo tanto una disminución de su poder dióptrico. De la misma manera, cuando se agrega tejido en la zona central o se retira de la zona periférica, se provoca un aumento de la curvatura superficial.

Desde entonces muchos trabajos han investigado la fisiología y el metabolismo de la córnea.

Bock y Maumenee(6) colocaron membranas delgadas de polietileno, plástico transparente, impermeable e inerte, en el estroma corneal para estudiar su efecto sobre los mecanismos de transporte de

diversas moléculas y nutrientes dentro de la córnea. Estos investigadores pudieron comprobar que el transporte de los nutrientes de la córnea se basaba en un mecanismo de difusión ordinario desde el humor acuoso hacia el estroma.

En 1960, Krwawscs (7) observó que implantes corneales, colocados mediante la técnica de disección lamelar y retirados diez días después, provocaban alteraciones refractivas que persistían por algunas semanas. Belau y colaboradores (8) estudiaron la bio-compatibilidad de la córnea con materiales como el silicón y el PMMA. Se pudo observar una muy buena tolerancia a estos materiales por un largo tiempo. También encontraron una correlación lineal entre los cambios refractivos y las dimensiones del implante.

Choyce (9) utilizó implantes intraestromales fabricados de acrílico PERSPEX CQ de 8 mm. de diámetro y 0,2 mm. de grosor sin poder refractivo como tratamiento para las molestias de la queratopatía bulosa provocada por distrofias endoteliales.

En 1966, Blavatskaya (10) realizó varios experimentos en conejos donde estudió los cambios refractivos provocados al implantar discos, pequeños lentes y anillos de tejido corneal utilizando una técnica de disección lamelar. Mediante el uso de los anillos de 7,0 y 4,0 mm. de grueso Blavatskaya alcanzó corregir hasta 21 dioptrías de miopía. Blavatskaya demostró que la corrección alcanzada con los anillos era proporcional al grosor de anillo e inversamente proporcional su diámetro. De tal manera que entre mayor el grosor del anillo y entre menor su diámetro, mayor sería la disminución provocada en el poder dióptrico.



Zhivostovsky y Vishnevetsky (10) reportaron haber implantado en dos casos un anillo de 7,0 mm de diámetro externo y 5,0 mm de diámetro interno para corregir miopía elevada y observaron buenos resultados aún dos años después.

Maurice (11) sugirió que los problemas causados por materiales impermeables podrían resolverse utilizando materiales permeables al agua, tales como el hidrogel. Dohlman y Brown (12) reportaron buenos resultados con la utilización de hidrogel y glicerolmetacrilato.

McCarey y Andrews (13) utilizaron en sus estudios implantes de hidrogel con 71% de hidratación alcanzando resultados satisfactorios. Sin embargo, los autores observaron que el acabado rugoso de los bordes de las prótesis provocaba erosión del tejido corneal adyacente y la eventual expulsión del implante.

En 1969, Maurice (11) reportó que el implante limita la nutrición del tejido estromal anterior al implante. El autor concluyó que entre mayor sea el espesor del implante y entre menor sea la profundidad de la localización de mismo, menor será la nutrición del tejido corneal anterior. Por lo tanto, una prótesis muy ancha implantada muy superficialmente, tendrá un mayor riesgo de sufrir expulsión por debilitamiento del tejido anterior.

Choyce (9) utilizó implantes de polisulfona en ojos humanos alcanzando excelente corrección refractivas. Sin embargo, reportó una pésima tolerancia al implante debido a las características del material.

En 1986, Ferrara experimentó con implantes de PMMA en córneas de conejo. Los implantes fueron prótesis anulares con un diámetro externo de 5 mm. y un grosor que variaba de 100 a 400 micras. Los anillos se implantaron mediante la técnica de disección a mano libre, colocándolos a una profundidad de un 50% del espesor total de la córnea. Los animales fueron valorados por 3 a 12 meses y luego sacrificados para poder realizar estudios histopatológicos. La observación por un año y los estudios posteriores revelaron una excelente tolerancia de la córnea a las prótesis. Solamente se observó un leve reacción inflamatoria alrededor del implante sin ningún proceso de expulsión.

Desde entonces, otros autores como T.E. Burris (14), D. Schanzlin (15), W. Nose (16) y J. Fleming (17) han confirmado la eficacia de los anillos en la corrección de miopía baja y moderada.

En 1991, Ferrara implantó un anillo en un paciente anisométrico y ambliope. En ese caso, utilizó un procedimiento de queratectomía parcial con un microqueratomo. El grosor del flap fue de 170 micras. Por lo tanto, la implantación fue en estroma superficial. Después de 9 años de seguimiento, el paciente mostró una buena tolerancia al mismo, el anillo se mantuvo en su lugar, y el resultado visual se mantenía en niveles satisfactorios.

Las técnicas tradicionalmente utilizadas para el implante de prótesis corneales, disección a manos libres y queratectomía con microquerátomos, presentan algunas inconveniencias. Entre estas destacan los depósitos en interfase, retardo en la estabilidad refractiva y un elevado costo para su aplicación. Tomando en cuenta estas

debilidades, Ferrara desarrollo en 1994 una técnica para la implantación de la prótesis anular mediante la formación de un túnel estromal. Esta técnica no presenta las inconveniencias de las anteriores y además el cirujano no necesita de una curva de aprendizaje tan larga para su dominio. En 1995 se implantó en primer anillo en un paciente con trasplante de córnea y queratotomía radial, siendo el resultado satisfactoria, con corrección de la ametropía y buena tolerancia.

Desde 1996, Ferrara implantó prótesis anulares en pacientes con queratocono utilizando su técnica de túnel estromal. Inicialmente, los anillos se colocaron en córneas con queratocono avanzado, donde el paciente no toleraba el uso de lentes de contacto. Hasta entonces, la única opción para mejorar la visión de estos pacientes era con un trasplante corneal.

A partir de 1999, Ferrara empezó a implantar los anillos en pacientes con queratoconos menos avanzados y en pacientes con queratoconos secundarios a cirugía refractiva. Siganos (18) también ha reportado en la literatura el uso de estos implantes para fines similares. De manera similar, Colin (19), Alió (20), Lovisolo y Rodríguez-Pratz (21) han utilizado recientemente otros tipos de anillos intraestromales para corregir queratoconos primarios, secundarios y casos de degeneración marginal pelúcida respectivamente.

En 2004 los anillos corneales intraestromales fueron aprobado por la FDA (Food and Drug Administration) en EUA para su uso en humanos como una opción de tratamiento en el queratocono, así como de miopía de hasta -3.00 D y astigmatismo de 1.00 D.

Los anillos de Ferrara actuales tienen las siguientes características:



Segmento circular de 160 grados  
Diámetro externo de 6,2 mm  
Diámetro apical de 5 mm  
Sección triangular o trapezoidal



Ancho basal de 600 micras

Un orificio en cada extremo

Altura variable (150, 200, 250, 300 y 350 micras)

Fabricados de acrílico llamado Perspex CQ

Además, los anillos, modifican las fuerzas tensionales tisulares en el centro de la córnea manteniendo la esfericidad corneal, desplazando el ápex corneal hacia el centro de la pupila y disminuyendo la profundidad de la cámara anterior.

### **Efecto de los Anillos de Ferrara en las Propiedades de la Córnea**

Responde a los principios de Barraquer y Blavatskaya, que básicamente dicen que al implantar los anillos en el estroma pericentral se provoca un aumento del grosor corneal en esa zona y en las regiones vecinas. El aumento de grosor pericentral provoca una disminución de la curvatura central de la córnea y por lo tanto en su poder dióptrico. Además los anillos aprovechan las propiedades plásticas del tejido corneal y provocan una homogenización de la superficie anterior regularizando parcialmente las deformaciones

centrales que esta presenta. De esta manera, los anillos tienen un efecto corrector sobre la miopía y el astigmatismo.

Los anillos de Ferrara también afectan la superficie posterior de la córnea. El aumento del grosor corneal en la zona del anillo estira y desplaza las capas más profundas de la córnea hacia atrás provocando una homogenización de la superficie posterior y una disminución de la profundidad de la cámara anterior, según se puede comprobar con la biomicroscopía ultrasónica y con la topografía de elevación (ORBSCAN). La homogenización de la superficie posterior contrarresta parcialmente sus irregularidades y disminuye su curvatura central.

Es el efecto regularizador de los anillos, tanto en la superficie anterior como en la posterior de la córnea, que contribuye a corregir los efectos de las aberraciones provocadas por el queratocono.

Los Anillos de Ferrara se diferencian de los "Intacs" en que los primeros tienen un radio de curvatura de 5 mm en su vértice, mientras que los segundos tienen un radio de curvatura de 7.5 mm. Esto permite que con los Anillos de Ferrara se puedan corregir defectos refractivos con equivalente esférico -12.00 D o incluso un poco más. En cuanto a su perfil los Intacs son hexagonales y los Ferrara son triangulares, así provocan menos deslumbramiento por ser en forma de prisma y desviar los rayos luminosos fuera del eje visual.

Indicaciones para el uso:

Los anillos intraestromales tienen su principal indicación en el tratamiento del queratocono y ectasias corneales secundarias a cirugía fotoablativa, aunque también se han publicado buenos resultados en la degeneración marginal pelúcida.

Dentro del grupo de pacientes con queratocono, las indicaciones son pacientes que han sufrido un deterioro progresivo de la visión, hasta el punto de no lograr ya una visión funcional adecuada con sus lentes aéreos o de contacto, constatándose por tanto un avance de la ectasia. Deben tener córneas con una zona central transparente, con grosor de 400  $\mu\text{m}$  o más en el punto de incisión propuesto para la realización del implante.

La evaluación preoperatorio incluirá refracción objetiva y subjetiva; examen de segmento anterior, mediante lámpara de hendidura, topografía corneal, tonometría de aplanación y paquimetría.





Contraindicaciones:

Prácticamente no existen contraindicaciones sistémicas para la implantación de estas prótesis, salvo un estado inmunológico muy deprimido o una enfermedad reumática muy severa.

Desde el punto de vista oftalmológico el síndrome de ojo seco puede ser una contraindicación si se trata de un caso muy severo, de lo contrario, el uso de terapia con lubricantes puede permitir con buen margen de seguridad la realización de la técnica

Nomograma:

Se basa en la refracción de cada paciente expresada en equivalente esférico y en las características de simetría/asimetría del queratocono:

	0% - 100%	25% - 75%	33% - 66%	50% - 50%
Equivalente Esférico				
2.0 a 4.0	.20	.20	.15	.15
4.25 a 6.0	.25	.15	.15	.20
6.25 a 8.0	.25	.20	.20	.25
8.25 a 10.0	.25	.25	.25	.30
> 10.0	.30	.25	.30	.35

En donde se debe seleccionar el rango de equivalente esférico en la columna de la extrema izquierda e intersectar con el grado de asimetría de la ectasia respecto al eje mas curvo de su queratometría, la cual es representado por la línea azul. En la casilla resultante se indica que espesor de segmentos se requieren implantar, colocando, en el caso de que resulte necesario un solo segmento, éste en la zona donde está ubicada la ectasia; y en el caso de segmentos de diferente espesor, el más grueso en la zona de mayor extensión de la ectasia.

## II – ANTECEDENTES

Debido a la falta de literatura tendremos que mencionar nuestra experiencia clínica, en donde hemos notado que hay aumento del espesor corneal secundario al implante de anillos.

Presento a continuación algunos artículos relacionados:

ARTZ A, DURÁN JA, PIJOÁN JI. **DIAGNÓSTICO DEL QUERATOCONO SUBCLÍNICO POR TOPOGRAFÍA DE ELEVACIÓN** Arch Soc Esp Oftalmol v.78 n.12 Madrid dic. 2003 (22)

Definen los parámetros topográficos más adecuados para el diagnóstico del queratocono, dividiéndolos en 3 grupos: a) pacientes con queratocono, b) pacientes con sospecha de queratocono y c) pacientes miopes, sin queratocono. Concluyendo que la ubicación más frecuente del ápex fue en el sector inferotemporal (53%). El promedio de máxima elevación de la cara anterior fue 56,73 D.E. 25,95 mm en el grupo 1, y de 20,35 D.E. 8,04 mm en el grupo 2, siendo ambos significativamente diferentes al grupo control ( $p < 0,001$ ). El promedio de la máxima elevación de la cara posterior fue 126,23 D.E. 57,7 mm en el grupo 1 y 54,28 D.E. 9,55 mm en el grupo 2, siendo ambos resultados significativamente diferentes al grupo control ( $p < 0,001$ ). El mínimo espesor y la profundidad de cámara anterior también mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos estudiados. (Mínima paquimetría fueron de 407 y 443  $\mu\text{m}$ ). No hubo diferencias en los valores de diámetro corneal. Los parámetros de elevación de cara anterior, cara posterior, paquimetría y profundidad de cámara anterior, medidos en la topografía de elevación, difieren significativamente entre individuos normales y aquéllos con queratocono clínico y sub-clínico. Estos parámetros pueden ser de utilidad para definir pacientes con riesgo de desarrollar una ectasia secundaria a cirugía refractiva corneal.

Alejandro de la Torre, M.D., **PRK Y LASEK EN SOSPECHOSOS DE QUERATOCONO.** Colombia Médica ISSN 1657-9534 (25)



Aunque su objetivo es determinar por medio de pruebas estadísticas las características de pacientes con sospecha de queratocono que se pueden llevar a corrección de su defecto refractivo con cirugía refractiva, nos ayuda a establecer ciertos parámetros útiles para nuestro estudio:

Los valores que se han de tener en cuenta para el diagnóstico de queratocono son:

Superficie posterior<sup>7</sup>: El poder esférico tiene un valor normal de  $-6.42 \pm 0.25$  DE. En el queratocono  $-8.08 \pm 1.22$  dioptrías.

Curvatura posterior: Elevación posterior normal  $0.021 \pm 0.006$  mm

Elevación posterior en la sospecha de queratocono  $0.035 \pm 0.015$  mm.

El valor en córneas con queratocono es  $0.095 \pm 0.063$  mm<sup>10</sup>

Antonio Verdejo del Rey, M<sup>a</sup> José Bautista Llamas, Julián Cezón, Concepción Díaz, Margarita Cabanás, **ANILLOS INTRACORNEALES Y LENTES DE CONTACTO BLANDAS, UNA ALTERNATIVA AL QUERATOCONO.** Gaceta Óptica. Nov. (23)

Concluye que los anillos intraestromales regularizan la superficie corneal en ectasias, pudiendo llegar a detener o frenar la evolución de dicha patología.

Tomidokoro A, Oshika T, Amano S et al, **CHANGES IN ANTERIOR AND POSTERIOR CORNEAL CURVATURES IN KERATOCONUS.** Ophthalmology 2000; 107:1328-1332 (24)

Describe los cambios en la curvatura anterior y posterior de la córnea en pacientes con queratocono, con sospecha de queratocono y en

pacientes sanos, concluyendo que hay una diferencia significativa entre pacientes sanos y pacientes con queratocono.

Samuel Levinger, MD; Russell Pokroy, MD. **KERATOCONUS MANAGED WITH INTACS** *Arch Ophthalmol.* 2005;123:1308-1314. (30)

### **III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Demostrar que el aumento de la paquimetría mínima de las córneas con queratocono sometidas a implante de Anillos de Ferrara, se deben a un aplanamiento de la cara posterior significativamente mayor que el aplanamiento de la cara anterior. Y que este aumento del grosor corneal es un factor de estabilidad en la evolución del queratocono.

### **IV. JUSTIFICACIÓN**

El queratocono es la ectasia corneal más frecuentemente vista, y como todos sabemos es de difícil manejo. Dentro de las opciones terapéuticas disponibles encontramos los anillos intraestromales. Desde su aparición se han reportado múltiples reportes de resultados, sin embargo, no hay reportes específicos que hablen de los cambios en la elevación anterior, posterior y espesor corneal. Este estudio demuestra la relevancia de estos cambios.

Con el presente estudio, lo que se propone es brindar al médico oftalmólogo una información mas precisa acerca del resultado

esperable tras la colocación de anillos intraestromales en todo paciente con ectasias corneales.

## **V. HIPÓTESIS**

Hipótesis de trabajo:

“Tras el implante de anillos intraestromales como tratamiento de las ectasias corneales, la curvatura anterior sufrirá un aplanamiento leve y la posterior tendrá un aplanamiento un poco mayor, influyendo de ésta manera en el aumento del espesor corneal”

## **VI - OBJETIVOS**

Determinar los cambios en la elevación anterior, la elevación posterior y el espesor corneal de los pacientes con diagnóstico de ectasia corneal operados con anillos intraestromales en el Hospital General de México

## **VII - MATERIAL Y MÉTODOS**

Se valoraron 72 ojos, operados todos con implante de Anillos de Ferrara por Queratocono, Degeneración pelúcida o Ectasia post-lasik. Se dividieron en dos grupos, a los que se les implantaron un segmento y a los que se les implantaron 2 segmentos. Para este estudio se consideraron los valores de elevación anterior y posterior a los 12 meses de seguimiento +/- 2 meses.

## TIPO Y DISEÑO DEL ESTUDIO

Retrospectivo, descriptivo, observacional, transversal.

## POBLACIÓN Y TAMAÑO DE LA MUESTRA

Pacientes vistos en la consulta externa del Hospital General de México con diagnóstico de ectasia corneal operados de implante de anillos intraestromales desde Enero del 2003 hasta Septiembre del 2006, recolectando un total de 72 casos.

## CRITERIOS DE INCLUSIÓN

Pacientes de cualquier edad con diagnóstico de ectasia corneal operado de anillos intraestromales, ya sea 1 segmento o 2, que cuenten con estudios (topografía por elevación – ORBSCAN ®) y reporte de la evolución pre y posquirúrgica.

## CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- Falta de datos completos en los expedientes clínicos.
- Pacientes operados en los últimos 6 meses, de los cuales no contamos con datos acerca de su evolución.

## VARIABLES

- Edad (años)
- Agudeza visual (escala de Snellen)

- Cantidad de anillos colocados
- Medida de los anillos colocados (.15, .20, .25, .30, .35)
- Refracción y equivalente esférico pre y postquirúrgico (dioptrías)
- Elevación anterior corneal pre y postquirúrgica (micras)
- Elevación posterior corneal pre y postquirúrgica (micras)
- Espesor corneal central pre y postquirúrgico (micras)
- Queratometrías pre y postquirúrgicas (dioptrías)

## PROCEDIMIENTOS

Se revisaron los expedientes clínicos de los pacientes con ectasias corneales manejados con anillos intraestromales registrando en una base de datos en Excell todos los datos antes mencionados.

Se registró la elevación anterior, elevación posterior y paquimetría preoperatoriamente y a 12 meses de seguimiento, +/- 2 meses.

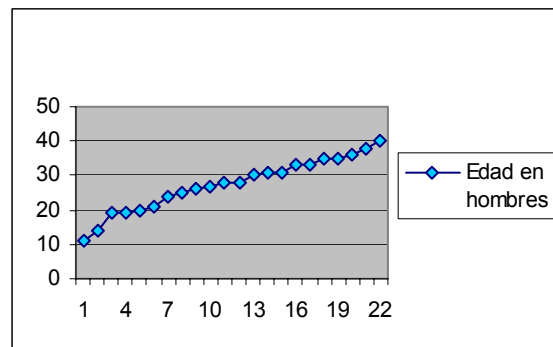
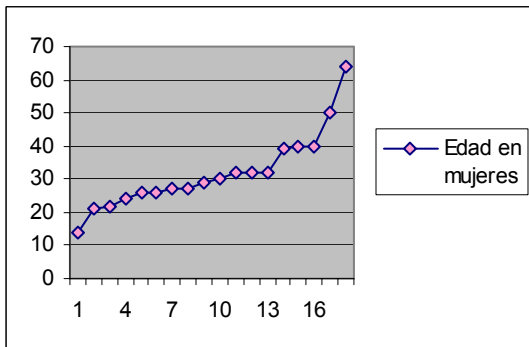
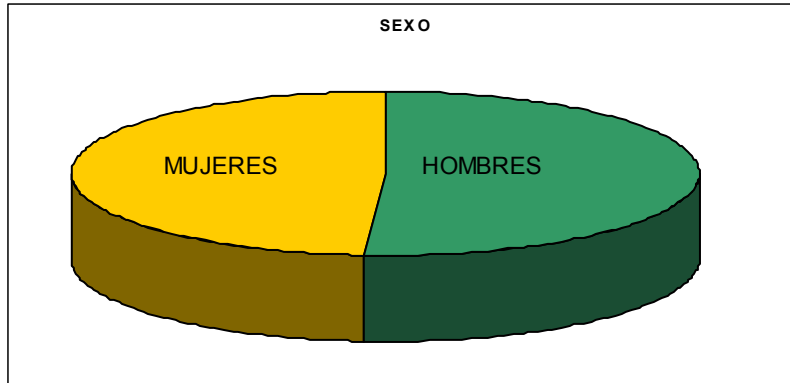
## ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se analizaron los datos objeto de este estudio, es decir la elevación anterior pre y postquirúrgica, la elevación posterior pre y postquirúrgica y las paquimetría mínima pre y postquirúrgicas.

Se les realizó un estudio de T-student pareada para determinar la significancia estadística de nuestros resultados

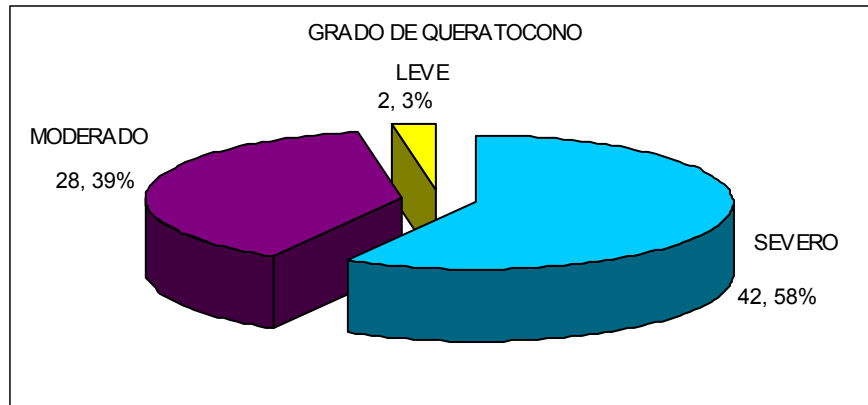
## VIII - RESULTADOS

Se realizó un estudio retrospectivo, descriptivo, observacional y transversal, reuniendo a 72 ojos de 43 pacientes con diagnóstico de ectasia corneal, captados en el Hospital General de México. De los 43 pacientes estudiados, 21 fueron mujeres y 22 fueron hombres. El rango de edades de las mujeres varió de 14 a 64 años con un promedio de 32 años. El rango de edades de los hombres entre los 11 y 43 años con un promedio de 26.9 años.

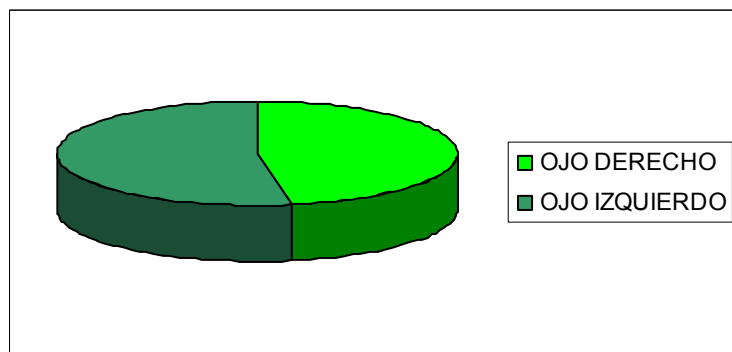


En 41 pacientes la ectasia corneal diagnosticada fue el queratocono, y solo en 1 paciente se diagnosticó la degeneración marginal pelúcida.

El grado de queratocono más prevalente según las medidas queratométricas fue el severo ( $Q > 52D$ ). con un 58.3% (n=42 pacientes). El moderado (Q entre 45 y 52 D) representó un 28% y el leve solo un 2.3%.

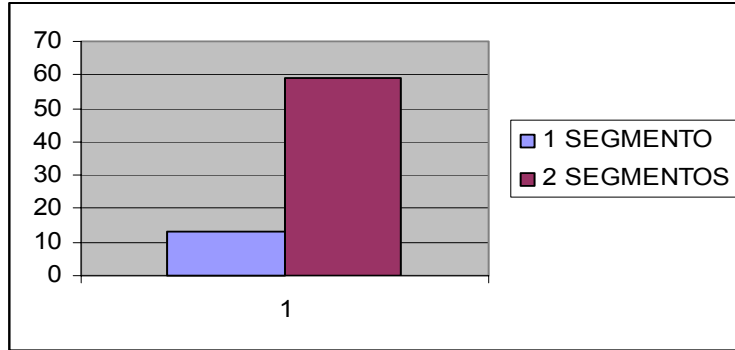


En cuanto a la distribución por ojos, 34 de los 72 ojos fueron derechos y 38 izquierdos. A 14 pacientes se les implantó segmento/os en un solo ojo, y a 29 en los 2 ojos.



Algunos ojos, de acuerdo al grado y localización (simetría) del eje mayor del queratocono, requirieron el implante de 1 o 2 segmentos

intraestromales. 13 pacientes requirieron 1 solo segmento y 59 pacientes 2 segmentos.



En cuanto a la medida (grosor) de los segmentos puestos, se encontró que en los 13 ojos en los que solo se colocó un segmento, 2 fueron de 150  $\mu$ , 1 de 200  $\mu$ , 4 de 250  $\mu$ , 5 de 300  $\mu$  y 1 de 350  $\mu$ ; y de los 59 ojos a los que se les implantó 2 segmentos, resultó una gran variedad de combinaciones, éstas se muestran en la Tabla 1.

**Segmentos únicos implantados según espesor en micras**

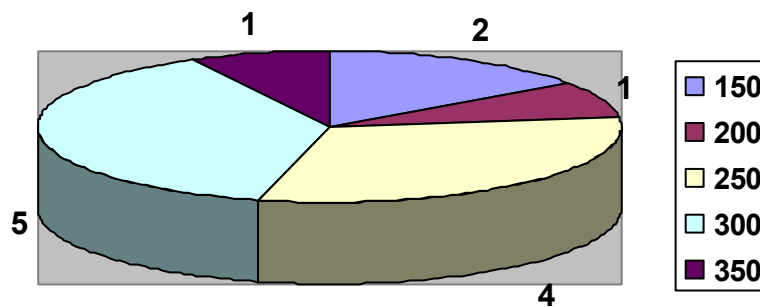




Tabla 1.

Número de pacientes	Medida de los segmentos ( $\mu\text{m}$ )
12	350/350
7	350/300
8	350/250
9	300/300
1	300/250
2	300/200
2	250/250
2	250/200
2	250/150
5	200/200
2	200/150
7	150/150

La agudeza visual se tomó con y sin corrección tanto prequirúrgicamente como posquirúrgica a 1 año en todos los pacientes y a 2 y 3 años en los pacientes menos pacientes, que fueron los de mayor tiempo de seguimiento.

Los rangos fueron:

AVSC prequirúrgica: desde 0.6 (20/30) hasta 0.006 (20/3200)

Promedio: 0.099= 0.1 (20/200)

AVCC prequirúrgica: desde 0.8 (20/25) hasta 0.0125 (20/1600)

Promedio: 0.328= 0.3 (20/60)

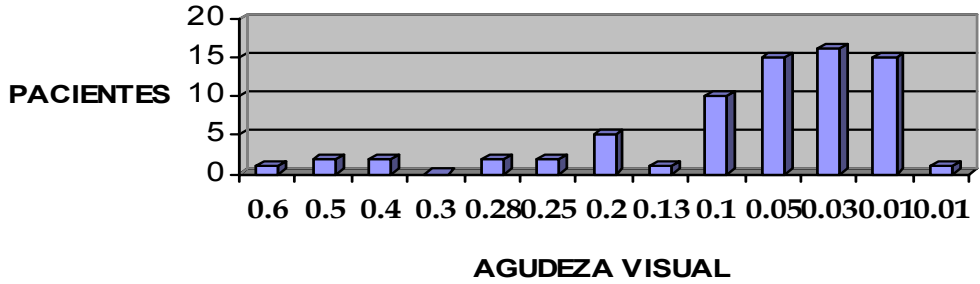
AVSC posquirúrgica: desde 0.8 (20/25) hasta 0.0125 (20/1600)

Promedio: 0.328= 0.3 (20/60)

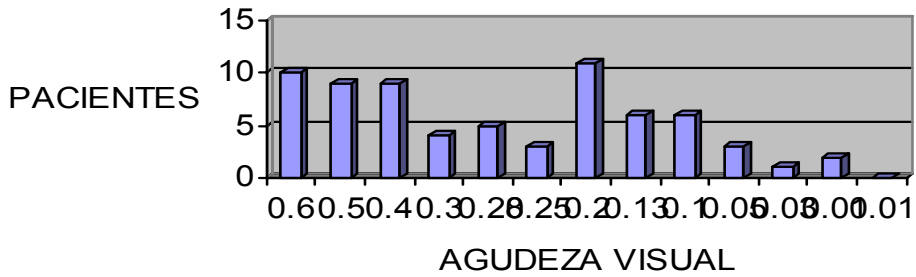
AVCC posquirúrgica: desde 1.0 (20/20) hasta 0.25 (20/80)

Promedio: 0.649= 0.6 (20/30)

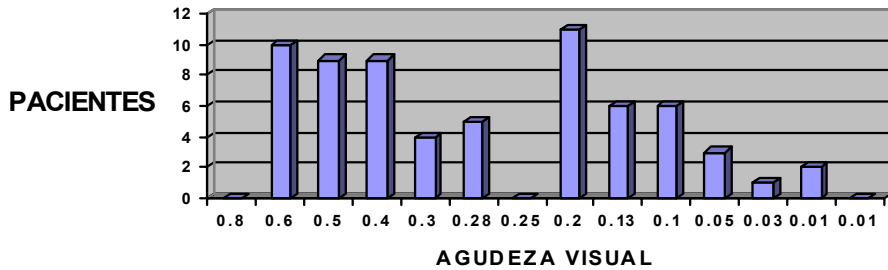
**AGUDEZA VISUAL SIN CORRECCIÓN PREQUIRÚRGICA**



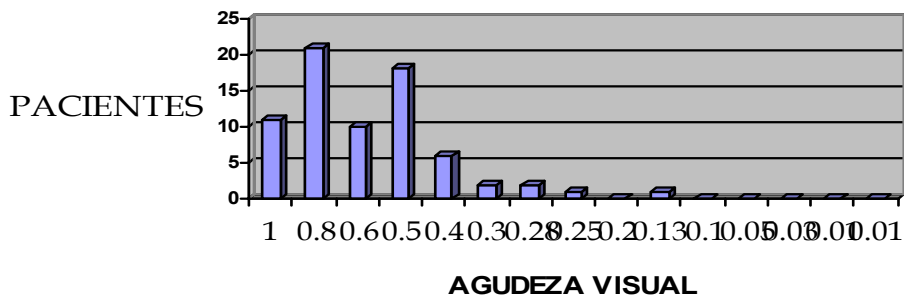
**AGUDEZA VISUAL CON CORRECCIÓN PREQUIRÚRGICA**



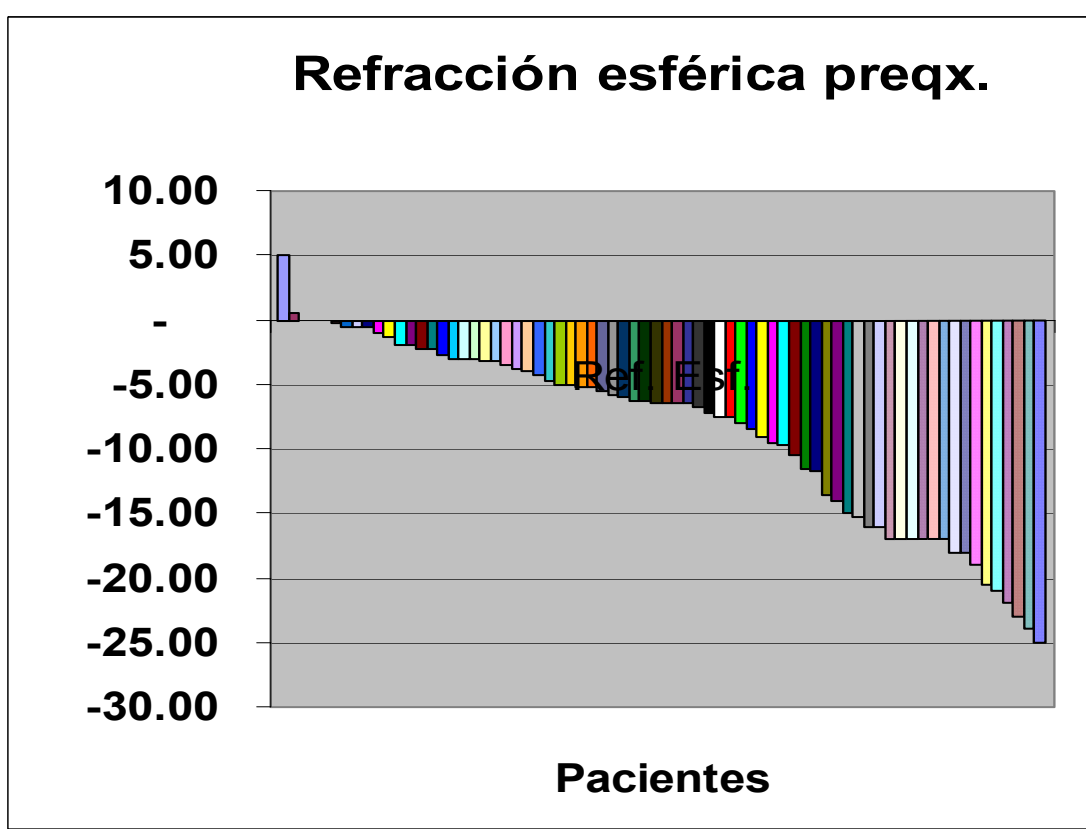
**AGUDEZA VISUAL SIN CORRECCIÓN POSQUIRÚRGICA**

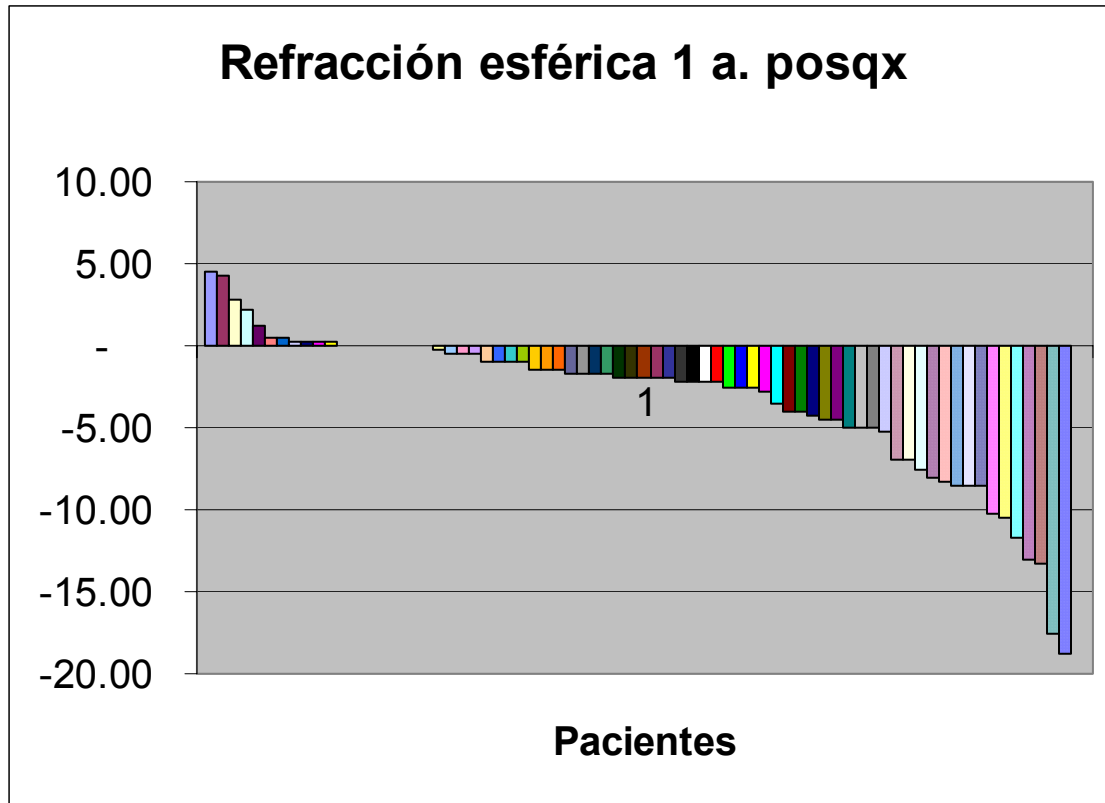


**AGUDEZA VISUAL CON CORRECCIÓN POSQUIRÚRGICA**



La refracción esférica encontrada en este grupo de pacientes varió dentro de los rangos de + 5.00 D hasta -25.00 D, con un promedio de - 8.5, encontrando 3 pacientes con una refracción neutra prequirúrgica. Quedando casi un 60 % de los casos por debajo de las -10.00 D, solo con un 10% entre las -20.00 y las -25.00 D.





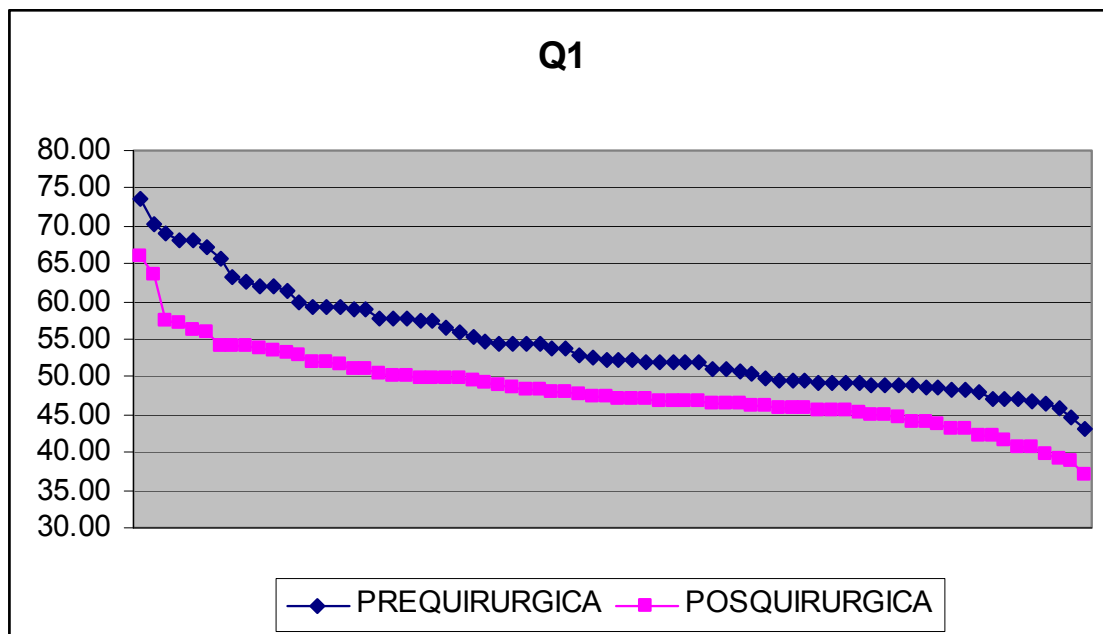
En cuanto al posquirúrgico, el número de pacientes con refracción esférica positiva aumentó, de 2 pacientes en el prequirúrgico ( +5.00 y +0.50 D) a 11 pacientes, entre + 4.50 y +0.25 D. Hubo 8 pacientes con refracción neutra, es decir, solamente con cilindro, y los rangos posquirúrgicos de esfera negativa fue de -0.25 a -18.75 D, con promedio de -3.23 D.

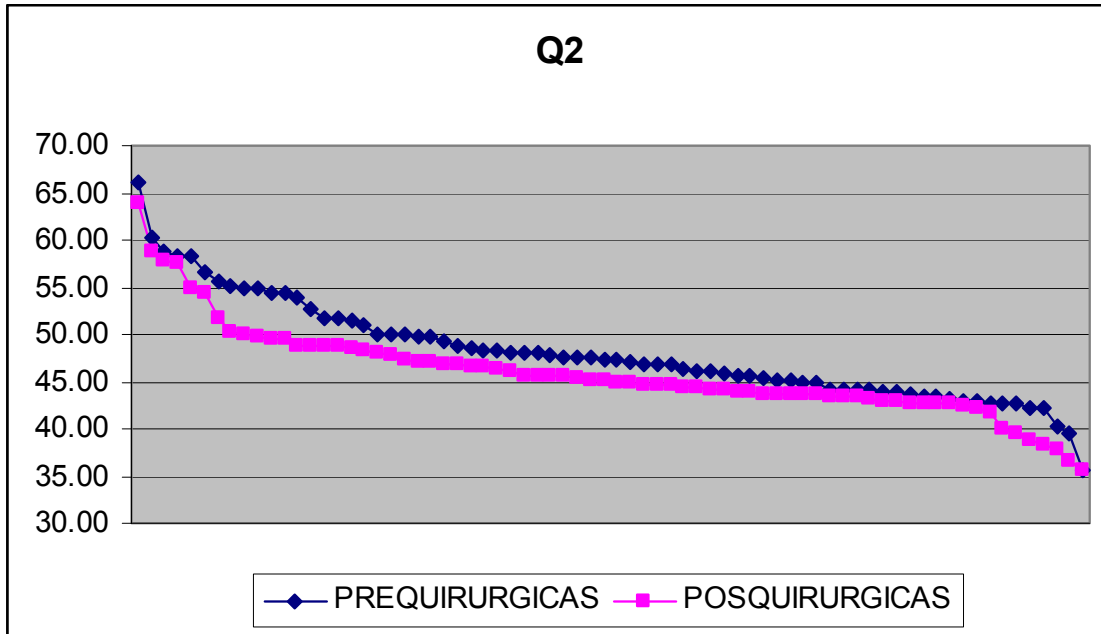
El cilindro prequirúrgico iba de -1.25 a -16.00 D, con un promedio de - 5.50 D, y el posquirúrgico de -0.5 a -11.75 D, con promedio de - 2.80 D.

Los valores del Equivalente Esférico prequirúrgico fueron desde +1.00 D hasta -27.0 D, con - 11.18 D en promedio, y la postquirúrgicas de + 3.88 D hasta - 19.00 D, con promedio de - 4.54 D.

Todos los valores anteriores fueron de pacientes en el prequirúrgico y a los 12 meses de seguimiento postquirúrgico. Estos datos concuerdan ampliamente con lo reportado por Zúñiga en sus tesis de especialidad(32)

En cuanto a las queratometrías Q1 corresponde con el eje mas curvo curva, y postquirúrgicamente Q1 correspondía a la medida queratométrica ubicada en los 90° alrededor de la Q1 prequirúrgica (es decir,  $Q1 \pm 45^\circ$ ), siendo los parámetros prequirúrgicos promedio de 54.3 (rango de 73.5 a 43.1 diop.), y posquirúrgicos de 48.10 en promedio a 1 año (rango 37.1 a 57.4 diop.). Por tanto, Q2, es la queratometría mas plana, encontrando medidas preoperatorios promedio de 47.3 (rango de 35.6 a 66.0 diop.), y de al año postquirúrgico 45.9 (rango de 35.7 a 63.8 diop.)



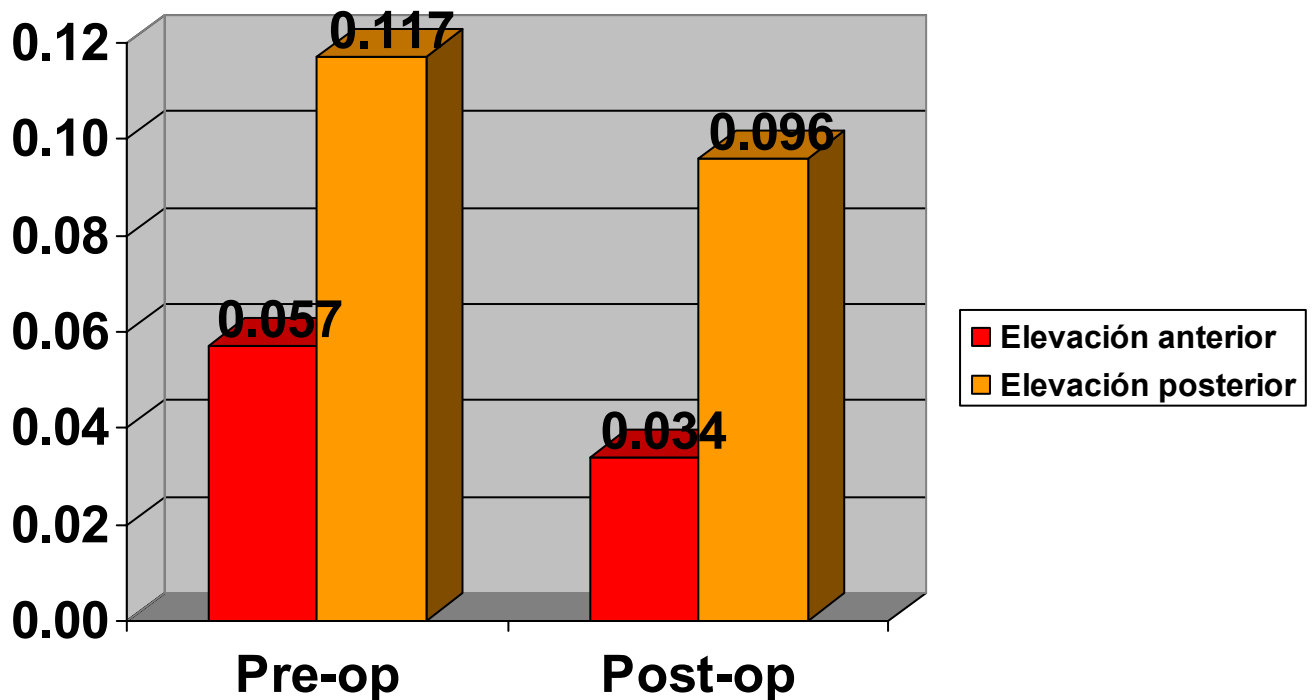


Ahora, el objetivo principal del estudio. Las elevaciones anterior y posterior de la córnea y las paquimetrías medidas por topografía (ORBSCAN).

La elevación anterior promedio preoperatoria fue de 0.057 mm (rango de 0.011 a 0.125). Postoperatoriamente el promedio fué de 0.034 (rango de 0.001 a 0.082), con lo cual se demuestra un aplanamiento de un 40.3%. En estas cifras se incluyeron 5 casos (6.9%) que mostraron una elevación postoperatoria mayor que la preoperatoria. [p < 0.001 (8.858 E-16)]

La elevación posterior promedio preoperatoria fue de 0.117 (rango de 0.015 a 0.254), y postoperatoriamente fue de 0.096 (rango 0.010 a 0.640), con lo cual se demuestra un aplanamiento del 17.94% [P=0.01]. En ésta serie se incluyeron 13 casos (18%) que aumentaron su elevación posterior.

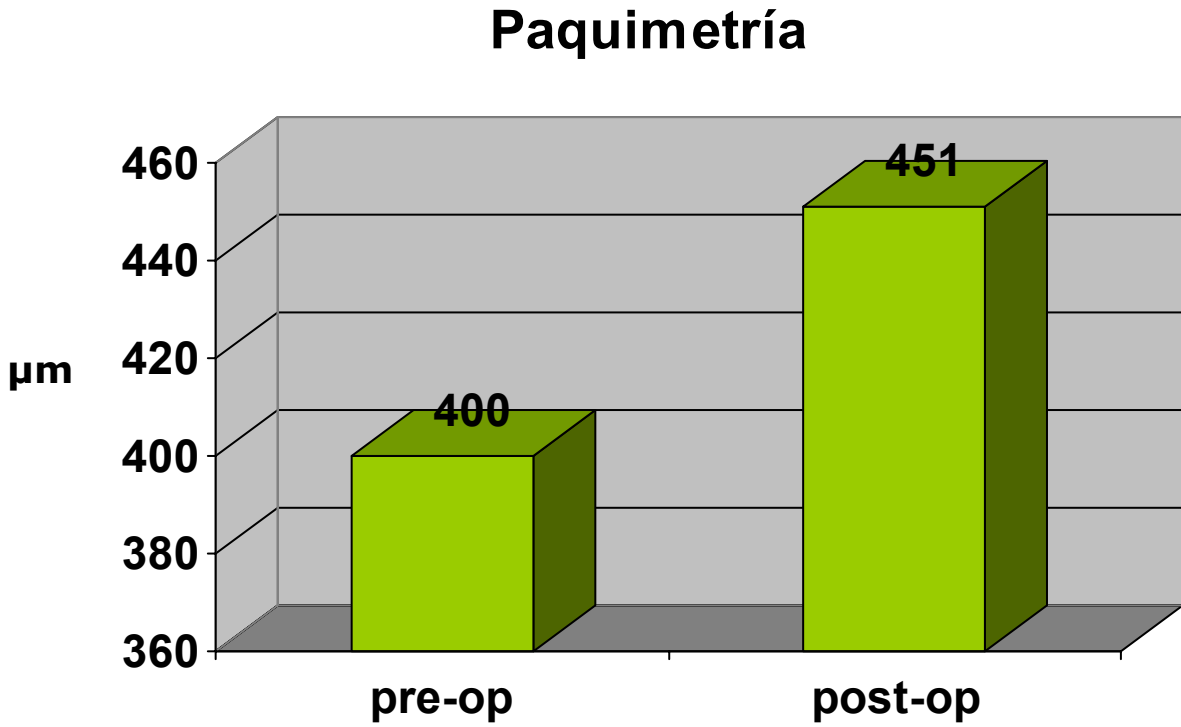
### Diferencial de elevaciones anterior y posterior



Nótese como la diferencia entre las elevaciones anterior y posterior tanto en el preoperatorio como en el postoperatorio se mantienen muy similares.

La paquimetría preoperatoria tuvo un promedio de 400  $\mu\text{m}$  (rango de 296 a 560  $\mu\text{m}$ ) y postoperatoriamente fue de 451  $\mu\text{m}$  (rango de 297 a 560  $\mu\text{m}$ ). Esto demuestra un engrosamiento de un 8.5% respecto al

preoperatorio [p <0.001 (1.9652E-08)]. Notamos que en 14 casos (19.4%) hubo una disminución del espesor corneal





## **IX – DISCUSIÓN**

Con los datos anteriores encontramos que el implante de anillos corneales intraestromales provocará un engrosamiento de la córnea alrededor del 80% de los casos y que este incremento no se debe a un aplanamiento mayor de la cara posterior en relación con el aplanamiento que sufre la cara anterior. Se ha demostrado que el aplanamiento de ambas caras es bastante similar medido en micras, no así porcentualmente en donde hay un mayor aplanamiento de la cara anterior. Por lo tanto los cambios en la elevación de las caras anterior y posterior no justifica el aumento de las paquimetrías en el grado en que en promedio esto sucede.

En comunicación personal Merayo-Lloves refiere que mediante estudios de histopatología y de radiofluorescencia, ha encontrado que en las córneas de gallinas (*gallus domesticus*), hay migración de células madre limbales hacia el centro de la córnea y también de fibroblastos, lo cual podría ser la explicación del engrosamiento que reportamos.

Así que es muy probable que el engrosamiento de la córnea en el largo plazo no solo se deba a la acción mecánica del anillo sino también a un factor de estimulación celular aún por conocer con exactitud.

En donde si podemos establecer una correlación es en la disminución del espesor corneal en la misma proporción que hay un aumento de la elevación posterior, con lo cual podemos afirmar que ésta si es determinante en el espesor corneal.

En relación a los demás datos encontrados, (AVsc, AVcc, Q1, Q2, Refracción) éstos son similares a lo reportado en la literatura mundial y en nuestro medio a lo reportado por Segura - Zúñiga (32)

En cuanto a la distribución epidemiológica del queratocono, nosotros encontramos en nuestro estudio una distribución igual entre ambos sexos (49% vs. 51%) al contrario de lo encontrado por otros autores (22) en donde mencionan una mayor incidencia en hombres. A 14 de los 43 pacientes se les realizó cirugía unilateral y a 29 bilateral, confirmándose así la asimetría que se ha mencionado en todos los demás estudios, así como también coincide la edad promedio encontrada en nuestros pacientes, siendo de 32 años en mujeres y 27 años en hombres.

Los resultados que encontramos en la agudeza visual son muy similares a lo reportado por otros investigadores, Ferrara y Siganos (18). La razón por la que mejora la AVsc y la AVcc, se debe a que los segmentos aplanan el meridiano más curvo de la córnea y prácticamente no modifican el meridiano más plano, por lo cual el astigmatismo disminuye de manera muy importante, especialmente en astigmatismo topográficos altos. Esto provoca una reducción del equivalente esférico y a una regularización del mapa topográfico (32).

Además al implantar los segmentos se aumenta artificialmente el espesor de la córnea y su rigidez. Probablemente sean estos cambios lo que explique la reportada estabilidad de las córneas con implantes en este y otros estudios. En la casuística de Ferrara, en un seguimiento a 8 años los pacientes demostraron una estabilidad

refractiva y visual, y ningún paciente que ha mantenido los implantes ha progresado su ectasia y menos se han tenido que someter a trasplante de córnea.

El equivalente esférico (EE) reportado por Arntz A y cols. en el 2003 (22) fue de  $- 5.17$  D en pacientes con queratocono ya establecido, quedando muy por debajo del encontrado por nosotros que fue de  $- 11.18$  D.

Hay estudios (23) en los que se encontraron queratometrías prequirúrgicas promedio de  $55.14$  D (rango de  $47.0$  a  $61.25$  D) y postquirúrgicas a 6 meses después del implante de anillos intraestromales de  $46.42$  promedio, rangos de  $41.0$  a  $51.5$  D. Otros (22) entre  $51$  D la queratometría mayor y  $46$  D en la menor. En nuestro estudio encontramos curvaturas mayores (Q1) tan altas como  $73.5$  D con un mínimo de  $43.1$  D (promedio  $54.30$  D) prequirúrgicas, disminuyendo al año de la cirugía a  $48.10$  en promedio a 1 año,  $47.09$  a 2 años y  $45.3$  a 3 años, notando un aumento de casi  $10$  D en la curvatura corneal mayor en nuestra población.

Tanto la elevación anterior como la posterior son el principal punto a estudiar en este trabajo, ya que según diversos autores (22,24,25) es uno de los datos diagnósticos de queratocono, reportándose elevaciones anteriores de  $0.056$  mm (normal en pacientes sin queratocono:  $0.010$  mm). Auffarth et al (26) encontraron una elevación promedio de la cara anterior de  $0.117$  D.E.  $76$   $\mu$ m (rango  $16$  a  $398$ ) quizás por estudiar a una población con un padecimiento en estadio más avanzado.

Nosotros encontramos rangos de elevación anterior de 0.125 a 0.011, con un promedio de 0.057 mm. coincidiendo completamente con las referencias ya mencionadas al inicio del párrafo. Los valores posquirúrgicos demostraron una disminución a 0.034 mm de elevación anterior promedio (rangos 0.001 a 0.082) al año de operados. El nivel de significancia estadística de nuestros resultados es muy alta ( $p=8.858 \times 10^{-16}$ ) a pesar de incluir los pocos casos en los que aumentó la elevación respecto a la esfera de referencia del ORBSCAN.

La elevación posterior es sin duda la más afectada en el queratocono (25), reportando valores de  $0.095 \pm 0.063$  mm (26) (normal  $0.021 \pm 0.006$  mm). Nosotros encontramos datos similares que ellos en el prequirúrgico, pero lo más significativo fue como determinamos que porcentualmente es menor el aplanamiento de la cara posterior que el de la cara anterior, pero numéricamente la cantidad de micras que aplanan la cara posterior es similar o incluso mayor que la cara anterior. Los valores de mínima paquimetría fueron de 407 y 443  $\mu\text{m}$  en los grupos de QC (queratocono) clínico y subclínico respectivamente, cifras significativamente inferiores al grupo control (528 mm) en este estudio (22). Rao et al (27) no demostraron diferencias estadísticamente significativas entre QC subclínico y grupo control. Liu et al (28) encontraron en ojos sanos un valor promedio de 550  $\mu\text{m}$ , y Auffarth et al (26) cifraron en 457  $\mu\text{m}$  el espesor mínimo en pacientes con QC.

La paquimetría corneal medida por Orbscan® sería 23 a 28  $\mu\text{m}$  mayor que la paquimetría ultrasónica (29). Más recientemente se ha podido demostrar que la paquimetría es un valor útil en el diagnóstico del QC subclínico.

Con los anillos intraestromales se espera un aumento en las medidas paquimétricas y esto fue lo que encontramos en nuestros pacientes. Los valores prequirúrgicos fueron de 400 micras en promedio, con rangos de 296 a 534 micras, aumentando en promedio a 434 micras en el primer año posquirúrgico.

Kymionis S.(30) realiza un estudio muy interesante en el que estudia los cambios a 1 año después de implante de anillos intraestromales (Intacs) en 58 ojos, encontrando una AV sin corrección posquirúrgica que estuvo entre 20/200 y 20/50 y con corrección en un promedio de 20/30, con un EE de -3.88 a -1.04 D. (prequirúrgico de -0.50 a -8.50 D. Intentaron definir los parámetros prequirúrgicos de éxito en este procedimiento, encontrando que un EE, un astigmatismo alto y unas queratometrías elevadas eran datos que predecían un pobre pronóstico posquirúrgico. Sin embargo no mencionan las elevaciones corneales como referencia.

Hay múltiples estudios realizados con Anillos Intraestromales Intacs, en donde todos están de acuerdo en que son buenos para corregir miopías y astigmatismos moderados. No tan eficaces en ametropías altas. Sin embargo no hay tantos estudios con Anillos de Ferrara (Kerarrings) y mucho menos que evalúen la elevación anterior y posterior de la córnea.

Miranda D, describe en el 2003 (31) un estudio con anillos de Ferrara con 36 ojos seguidos a 1 año del postoperatorio en pacientes con queratocono grave en los cuales estaba indicado un trasplante corneal. Encontró un EE que disminuyó de 7.29 a -4.80 D posterior a los

anillos, mostrando un engrosamiento corneal consecutivo. No menciona las elevaciones corneales.

## **X - CONCLUSIÓN**

Con éstos resultados, se puede concluir que los anillos intraestromales de Ferrara son una opción mas antes de decidir un transplante de córnea, siempre y cuando el caso sea bien seleccionado y reúna las condiciones necesarias. La implantación de los anillos provocó una regularización de la cornea y una mejoría visual imortante. Este es de los estudios con mayor número de pacientes reunidos operados de queratocono, con implante de Anillos de Ferrara y es el primero en estudiar la elevación anterior y posterior de la córnea.

En el presente estudio, tanto la elevación de la cara anterior y de la posterior de la córnea, así como la paquimetría demostraron ser modificadas por los anillos intraestromales, aplanándose la cara posterior de la córnea en mayor grado de la cara anterior, lo cual genera un aumento en el grosor de la córnea corroborada por la paquimetría mínima. Los valores encontrados fueron encontrados estadísticamente significativos con  $p < 0.01$  en todas las variables medidas.

Probablemente sea el análisis combinado de todos los parámetros evaluados es lo que pueda otorgar un mejor entendimiento y una predictibilidad mayor en cuanto a la evolución posquirúrgica en pacientes con queratocono implantados de anillos intraestromales.

Desde luego éste análisis de la elevación de las caras anterior y posterior de la córnea y la paquimetría nos invita a desarrollar nuevas investigaciones que por un lado confirmen o reproduzcan los datos encontrados aquí y por otro lado, permitan ampliar el conocimiento en cuanto a características clínicas y terapéuticas del queratocono se refiere, porque, a pesar de la gran inmensa variedad de estudios que se han realizado, quedan múltiples preguntas sin responder, como ¿Cual es la estabilidad corneal a largo plazo en pacientes operados con anillos intraestromales?, ¿Cuáles son lo límites o parámetros refractivos que predicen buenos resultados en éstos pacientes? Y muchas otras interrogantes que motivan a continuar los estudios de investigación.

## XI – BIBLIOGRAFÍA

1. Kennedy R, Bourne WM, Dyer JA. A 48 years clinical and epidemiology study of keratoconus. Am J Ophthalmol 1986;101: 267-73.
2. Sharif KW, Casey TA. Penetrating kerato-plasty for keratoconus: complications and long term success. Br J Ophthalmol 1991;75: 142-6.
3. Caroline P, Andre M, Kinoshita B, y Choo, J. Etiology, Diagnosis, and Management of Keratoconus: New Thoughts and New Understandings Pacific University College of Optometry. Consultado el 07-07-2006.
4. Caroline PJ, McGuire JR, Doughman DJ. Preliminary report on a new contact lens design for keratoconus. Contact Intraocul Lens 1978;4:69-73.
5. MIA Jacobs DS, Dohlman CH. Is keratoconus genetic? Int Ophthalmol Clin 1993; 33: 249-260.)
6. Bock R.H., Maumenee AE. Corneal fluid metabolism. Archives of Ophthalmology 1953; 50: 282-287
7. Krwawicz T. New plastic operation for correcting refractive error of aphakic eyes by changing corneal curvature. Preliminary report. British Journal of Ophthalmology 1961; 45: 59-65
8. Belau, P.G., Dyer J.A., Ogle K.N., Henderson J.W. Correction of ametropia with intracorneal lenses: An experimental study. Archives of Ophthalmology 1964; 72: 541-547
9. Choyce P. Management of endothelial corneal dystrophy with acrylic corneal inlays. British J Ophthalmology 1965; 49: 432-438
10. Barraquer J.L.: Cirugía Refractiva de La Cornea Instituto Barraquer de América – Bogotá – Tomo I, 1989
11. Maurice D.M. Nutritional aspects of corneal grafts and prosthesis. Corneo-Plastic Surgery, Pergamon Press, New York, 1969, p 197
12. Dohlman C.M., Brown S. Treatment of corneal edema with a buried implant. Trans Amer Acad Ophthal & Oto 1966; 70: 536-541
13. McCarey B.E., Andrews D.M. Refractive keratoplasty with intrastomal hydrogel lenticular implants. Investigative Ophthalmology & Vision Science 1981; 21: 107-114
14. Burriss T.E., Ayer C.T., Evensen D.A., Davenport J.M. Effects of intrastomal corneal ring size and thickness on corneal flattening in human eyes. Refractive Corneal Surgery 1994; 7: 45-50



15. Schanzlin D., Verity S.M.: Intrastromal corneal ring, Principles and practice of refractive surgery, W.B Saunders, Filadelfia, 1997, p.415-419
16. Nose W., Neves R.A., Burris T.E., Schanzlin D.J., Belfort Jr, R.: Intrastromal corneal ring: 12 months sighted myopic eyes, J. Refractive Surgery 1996; 12: 20-28
17. Flemming J.F., Wan W.L., Schanzlin D. The Theory of Corneal Curvature Change with the ICR, CLAO J. 1989;15,2: 146-150
18. Siganos D. et cols. Ferrara intrastromal corneal rings for the correction of keratoconus. J. Cataract Refractive Surgery 2002; 28: 1947-195113
19. Colin J., Cochener B., Savaray G., Malet F. Correcting keratoconus with intracorneal rings. J. Cataract Refractive Surgery 2000; 26:1117-1122
20. Alió J. et cols. Intracorneal rings to correct corneal ectasia after laser in situ keratomileusis. J Cataract Refractive Surgery 2002; 28:1568-1574
21. Rodriguez-Prats J. Intracorneal rings for the correction of pellucid marginal degeneration. J Cataract Refract Surg 2003; 29:1421-1424
22. Artz A, Durán JA, Pijoán JI. Diagnóstico Del Queratocono Subclínico Por Topografía De Elevación Arch Soc Esp Oftalmol v.78 n.12 Madrid dic. 2003
23. Antonio Verdejo del Rey, M<sup>a</sup> José Bautista Llamas, Julián Cezón, Concepción Díaz, Margarita Cabanás, Anillos Intracorneales Y Lentes De Contacto Blandas, Una Alternativa Al Queratocono. Gaceta Óptica. Nov.
24. Tomidokoro A, Oshika T, Amano S et al, Changes In Anterior And Posterior Corneal Curvatures In Keratoconus. Ophthalmology2000; 107:1328-1332
25. Alejandro de la Torre, M.D., PRK Y LASEK En Sospechosos De Queratocono. Colombia Médica ISSN 1657-9534
26. Auffarth GU, Wang L, Volcker HE. Keratoconus evaluation using the orbscan topography system. J Cataract Refract Surg 2000; 26: 222-228.
27. Rao SN, Raviv T, Majmudar PA, Epstein RJ. Role of Orbscan II in screening keratoconus suspects before refractive corneal surgery. Ophthalmology 2002; 109: 1642-1646.
28. Lui Z, Huang AJ, Pflugfelder SC. Evaluation of corneal thickness and topography in normal eyes using the Orbscan corneal topography system. Br J Ophthalmol 1999; 83: 774-778.
29. Yaylali V, Kaufman SC, Thompson HW. Corneal thickness measurements with the Orbscan Topography System and

- ultrasonic pachymetry. J Cataract Refract Surg 1997; 23: 1345-1350.
30. G. Kymionis, C. Siganos, N. Tsiklis, A. Anastasakis, S. Yoo, A. Pallikaris, N. Astyrakakis, I. Pallikaris. Long-term Follow-up of Intacs in Keratoconus. American Journal of Ophthalmology, Volume 143, Issue 2, Pages 236-244.
  31. Miranda D, Sartori M, Francesconi C, Allemann N, Ferrara P, Campos M. Ferrara intrastromal corneal ring segments for severe keratoconus. J Refract Surg. 2003 Nov-Dec;19(6):645-53.
  32. Zúñiga, L. Segura-Lozano, F. Estudio de la efectividad de los Anillos de Ferrara en el tratamiento del Queratocono. Tesis de Postgrado. Universidad Nacional Autónoma de México, Septiembre, 2004.